

山东科学实验成果资料

编号:72—006

动 水 注 浆 堵 水

(内 部)

山 东 肥 城 矿 务 局

山东省革命委员会生产指挥部科技办公室情报组

一 九 七 二 年 八 月

毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

一、前言	(1)
二、水文地质和注浆方案	(1)
(一) 突水地段水文地质概况	(1)
(二) 注浆方案	(3)
三、注浆工艺	(5)
(一) 注浆设备和注浆站的布置	(5)
(二) 注浆系统	(7)
(三) 注浆方法	(11)
四、注浆材料	(18)
(一) 水泥、水玻璃浆液性能及其配制	(18)
(二) 水泥与水的作用, 水泥浆与水玻璃浆的作用	(21)
(三) 缓凝剂的配制及使用	(21)
(四) 水泥——水玻璃混合浆液的性能试验	(22)
(五) 水泥、水玻璃材料的评价	(26)
五、结束语	(26)

动 水 注 浆 堵 水

一、前 言

肥城矿务局大封煤矿,1969年6月29日井下发生石灰岩透水事故,涌水量达1628米³时,水压10.6Kg/cm²,矿井处在淹井威胁之中。广大职工发扬了“一不怕苦,二不怕死”的大无畏革命精神,英勇奋战,迅速敷设管路和输电线线路,增加排水设备,使矿井基本脱险。这虽保住了矿井,但淹井的危险仍未根本解除。要解决突水的威胁,必须把水堵住,于是广大工人、干部和技术人员遵照毛主席“实践、认识、再实践、再认识”的伟大教导,以大庆为榜样,在北京煤炭科学研究所、煤炭科学研究所西安研究所,和开滦、新汶矿务局等单位帮助下,大胆采用动水注浆方法,战胜了水流速度快,流量大的难关,经过168天的奋战,打钻1464.08米,注双液浆976.12立方,终于堵住了矿井突水。实践证明,动水注浆堵水是一种工期短、收效快的堵水办法。但工艺要求较高,操作要求较严。为了互通情报,交流经验,互相学习,现将动水注浆堵水技术总结如下,供同志们参考。不当之处,请批评指正。

二、水文地质和注浆方案

(一) 突水地段水文地质概况

该煤矿的含煤地层为石炭二迭系含煤系,含煤地层的基底为奥陶系石灰岩,地层呈东西走向的单斜构造向北倾斜,倾角6~12°,煤矿内共有7、8、9、10、11五层可采煤层。其中煤7、煤8,在浅部已经回采,煤9部分回采,主要含水层自上而下有石炭系的二层灰岩(二灰),四层灰岩(四灰)和五层灰岩(五灰),以及奥陶系灰岩(奥灰)。五层灰岩上距煤9底板20.09米,为矿井涌水的主要含水层。岩层内岩溶裂隙比较发育,呈南北向分布,在突水地段,据7号和9号注浆孔观测,岩层上部溶洞裂隙率>5%,下部>3%,五层灰岩水位标高,据29号水文孔1969年6月3日观测为55.95米,其作用于突水地段9204工作面9层煤底板,压力为6.7~10.6Kg/cm²,平均每米隔水层承受压力0.34~0.53Kg/cm²,奥陶系灰岩在井田南部五公里处大面积出露地表,直接接受大气降水的补给,其动储量非常充沛,流量2.8万米³/时,奥灰与五灰间距平均仅16米,两含水层通过地层的渗透和断层的渗透导水作用水力联系比较密切。同时在井田内,由于F₁₇等几条落差较大断层的错动,使两层灰岩多处直接接触,因此奥灰水对五灰水发生强烈的补给关系,见图1。

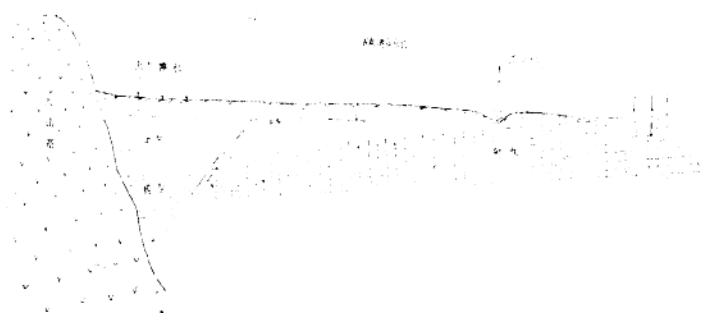


图1 地下水补给关系示意图

1969年6月29日, 9204工作面采到-49.6水平时于中间运输巷和工作面开切眼交叉带处(距小断层6米), 煤9底板突然涌水, 最大涌水量达1628米³/时。

1. 工作面下方有一斜交断层, 落差2—3米, 倾角62度, 走向46度, 倾向南东, 且有复生小断层构成破碎带, 突水的来源就是五层灰岩水通过断层破碎带涌入矿井。来水的主要方向是突水点的南部。

2. 落差0.3米的复生断层线, 有3个主要突水点相距大约1~2米, 最大涌水量1628米³/时, 后来稳定在1500米³/时, 这样大的水量不仅影响矿井生产, 而且严重地威胁着矿井的安全。

3. 突水后井田内五灰和奥灰水位急剧变化, 见表1。

表1

观测孔号	观测含水层	孔到突水点距 (米)	水位标高(米)		水位差 (米)
			突水前	突水后13天	
502	五层灰岩	980	55.62	47.70	7.92
23	奥陶纪灰岩	1380	56.07	52.21	3.86

在距突水点980米的502孔出水后13天, 水位由55.62米下降到47.70米, 共降了7.92米, 距突水点1380米的23号奥灰孔出水后13天水位下降了3.86米, 原来两含水层自然水位标高是相同的, 这说明奥灰对五灰水源源不断补给。

4. 在突水点附近五灰水位下降更加剧烈, 形成以突水点为中心的降压漏斗(见表2及图2), 据注浆孔测量, 靠近突水点处五灰水位为-23米, 比出水前低了79米, 在地面注浆孔中, 五灰水位均降低10米多。

5. 五灰降压漏斗在突水点四周30—40米范围内, 水力坡度很陡, 一般在0.37~0.86 突水点附近从注1, 注2号孔求得五灰地下水流速为8640—3168米/昼夜。

表 2

观测孔号	孔到突水点距 (米)	水位标高(米)		水位差 (米)
		突水前	突水后	
1	27	55~56	45.94	9~10
2	20	55~56	40.00	15~16
3	16	55~56	42.00	13~14
6	19	55~56	47.22	8~9
突水点	0	55~56	-23	78~79

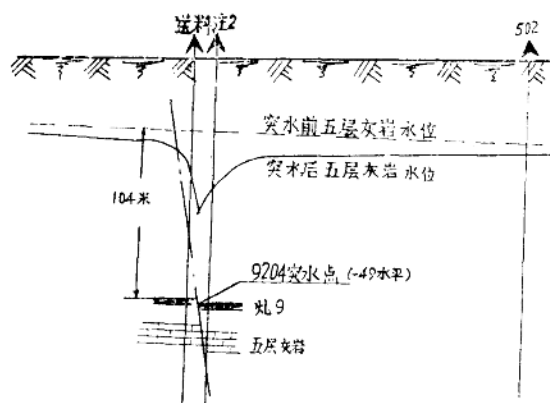


图2 突水前后五灰水位动态示意图

(二) 注浆方案

1. 钻孔布置: 在动水条件下, 如何堵过水断层, 破碎带和突水点附近的五层灰岩溶洞裂隙呢? 开始时我们想用“围歼法”, 即以突水点为中心, 用注浆法形成一个椭圆形的隔水帷幕(长轴与断层走向一致, 半径30米、短轴半径20米), 见图3。在帷幕圆周上以10米为间隔共布置了15个钻孔。在什么位置打钻注浆才能堵住水呢? 地质资料的分析告诉我们, 突水点附近断层破碎带为北东—南西向分布, 地下水由南向北流动, 突水点的上游是主要矛盾, 因此我们就在突水点的南面打了注1、注2、注3三个钻孔(见图4), 在北面打了注4号孔。注1、注2孔因为是首次注浆, 技术不熟练, 因而注入少量浆液就堵塞了。注3、注4打在断层破碎带和五灰交接面上距突水点20~30米, 注浆后使突水点的涌水量由原来的1628米³/时减少到1172米³/时。这使我们认识到穿过断层上盘五灰上部岩

溶裂隙发育带的钻孔注浆后，堵水效果好，因此决定放弃用椭圆形帷幕围歼地下水的办法，而在注3和注4号孔之间，对准突水点的过水通道打了注6和注7两个钻孔（见图5），当打到断层破碎带与五层灰岩上部的交接面时，进行大量注浆。注7号孔正处于降压漏斗的中心，地下水流速很快，第一次注浆时跑浆极为严重，注入的浆液几乎全部经突水点涌入巷道中，遵照毛主席“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利”的伟大教导，我们采取了种种措施，克服了重重困难，终于用注砂石骨料与注浆相配合的方法堵住了水。通过注7、注6两孔的注浆，快速堵完了1172米³/时的涌水。就这样我们只用了122天（不包括准备阶段）就基本完成了堵水任务。

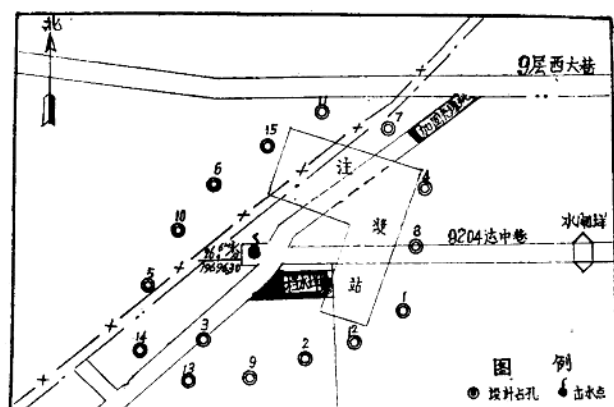


图 3 设计注浆工程平面示意图

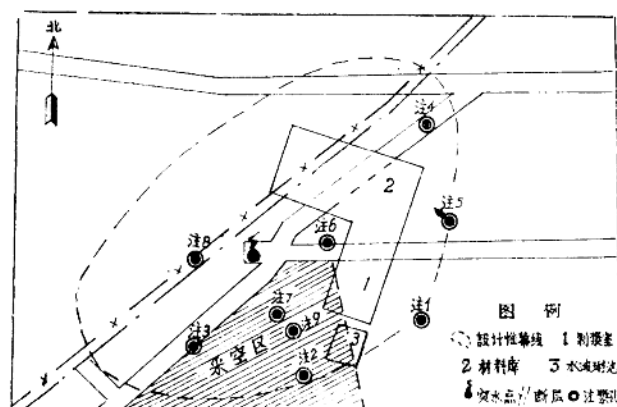


图 4 注浆工程布置平面示意图

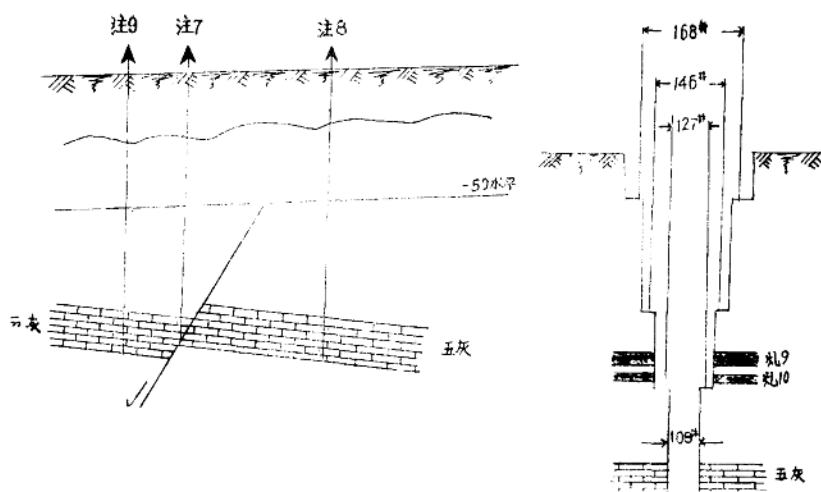


图 5 地质剖面图

为了加固堵水工程, 保证矿井长期安全, 接着又在出水点的外围布置了注8、注9两个钻孔, 注浆后加固了突水点周围断层带及其两侧五层灰岩。

2. 钻孔结构和质量要求:

(1) 钻孔结构如图5。

(2) 钻孔质量要求: 从10层煤底板起至终孔都取岩心, 采取率 $>70\%$, 无名灰和五层灰岩分别稳定水位, 钻孔孔斜终孔时不大于 2° , 孔深误差不超过 1.5% , 对五层灰岩岩心应妥善保管鉴定描述, 统计裂隙率。

3. 复杂地层钻进: 由于注浆区地面正处7、8、9层煤采空区, 地层活动性大, 钻进中漏水、坍塌、掉块、淤钻、埋钻事故较多, 故采用浓泥浆、下套管和对采空区注浆三种方法, 维护孔壁。一般是遇破碎地层时采用浓泥浆做冲洗液快速钻进, 通过后马上进行水泥、水玻璃双液注浆, 封闭破碎带。24~48小时后扫至孔底, 然后继续钻进, 如再不安全则下套管, 一般对第四系冲积层, 7层、8层和9层采空区, 分别下入套管维护孔壁。

三、 注 浆 工 艺

(一) 注浆设备和注浆站的布置

1. 注浆设备选择:

选择设备要满足注浆过程中的最大吸浆量, 最大压力, 泵量可以控制和连续供浆的要求, 且尽量作到体积小、重量轻、安装简单、搬运方便。同时注浆站的布置尽量少占

农田。

(1) 注浆泵：

采用3台B₅—540型泥浆泵。其中两台运转，一台备用

主轴转速：300转/分——540转/分，五种

流量：180升/分——540升/分

最大压力：60公斤/厘米²——35公斤/厘米²

缸套直径：90毫米，100毫米，115毫米

活塞行程：150毫米

皮带轮直径：620毫米

电机功率：40瓩。

(2) 搅拌机：两台容积为三立方的卧式泥浆搅拌机，转速90转/分，六极电动机功率8瓩，自制的两个容积为二立方的二次搅拌机，转速26转/分，六极电机，功率8瓩。

(3) 供料设备：44型链板运输机和0.5米宽的皮带转载机各一台。

(4) 管路：内缠钢丝的高压胶皮管六条，每条长18米，内径50毫米，承受压力80公斤/厘米²。直径89毫米的正方扣套管180米，直径50毫米的反方扣钻杆180米。

另有四至六吋阀门六个，压力表0——60公斤/厘米²的10个。

(5) 注浆器：止浆塞，孔口和孔底混合室各一套。

2. 注浆站的布置，见图6。

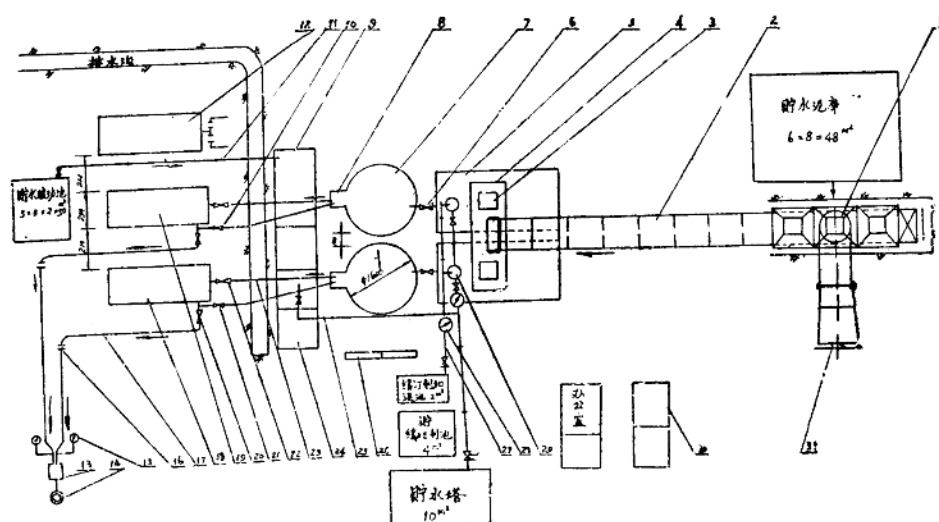


图6 注浆站平面布置示意图

编号	名 称	型 号 及 能 力	编号	名 称	型 号 及 能 力
1	上料漏斗	4 × 1 × 8 米	17	输浆高压胶管	内径50毫米
2	皮带机	0.5 米	18	注水泥泵	B5—540型
3	进料口		19	注水玻璃泵	B5—540型
4	分料斜板		20	出浆高压阀门	
5	搅拌机	3m ³ 电机8瓩	21	回浆高压阀门	
6	放浆阀门	6 吋	22	进浆阀门	
7	二次搅拌机	2 米 ³	23	进浆管	4 吋
8	水龙头筒		24	清水池	1 × 1 × 1 米 ³
9	水玻璃池	2 米 ³	25	水管	4 吋
10	回浆管	φ50毫米胶管	26	操作记录台	
11	放水玻璃管子	4 吋	27	输缓凝剂胶管	2 吋
12	备用高压泵	B5—540	28	水表	4 吋
13	双液混合室		29	进水口	
14	注浆占孔		30	材料库	
15	压力表	60公斤/厘米 ²	31	扇风机	11.4瓩
16	胶管接头				

(二) 注浆系统

1. 注浆段的划分:

钻孔注浆工作开始前必须首先划分注浆段。由于注浆钻孔内受灌岩层厚度较大,岩溶裂隙发育不均衡,要想充填大小不同的全部岩溶裂隙,获得良好的灌浆效果,必须进行分段灌浆。段落划分的依据是:

(1) 钻进过程中漏水量大于200升/分,或在20公斤/厘米²压力下往孔内注水耗水量大于200升/分时。

(2) 受灌层岩溶裂隙发育程度。

一般为:	岩溶裂隙发育地段	2 — 3 米。
	岩溶裂隙中等发育地段	3 — 5 米。
	岩溶裂隙不发育地段	5 — 7 米。
	岩溶裂隙极不发育地段	7 — 10 米。

我们这次注浆段是自上而下进行的,即受灌层钻一段,注一段,这在注浆上称为“下行法”。

2. 钻孔内管路的组成:

钻孔内的管路是由射浆管、混合室、直径89毫米正方扣套管和直径50毫米反方扣钻杆连在一起组成。射浆管用直径73毫米的套管接混合室之下。射浆管下口距待注浆段高内的岩溶裂隙位置愈近愈好,一般距孔底2—5米。管路下放的顺序是:

(1) 用孔口混合室注浆时：射浆管→止浆塞→直径89毫米正方扣套管→直径50毫米反方扣钻杆→混合室。

孔口混合室形式见图7。

(2) 用孔内混合室注浆时：射浆管→混合室→止浆塞→直径89毫米正方扣套管→直径50毫米反方扣钻杆。

孔内混合室形式见图8。

孔内管路和注浆泵的送浆管接在一起，就组成了完整的注浆管路系统。见图9。

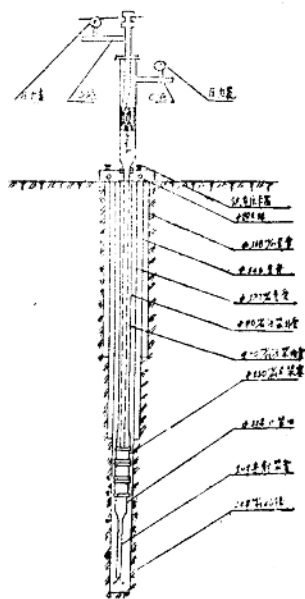


图7 孔口混合注浆形式图

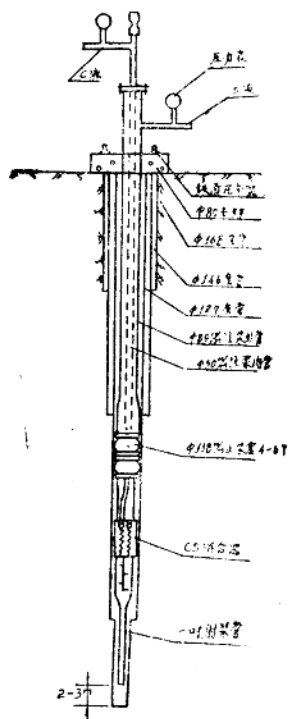


图8 孔内混合注浆孔装配示意图

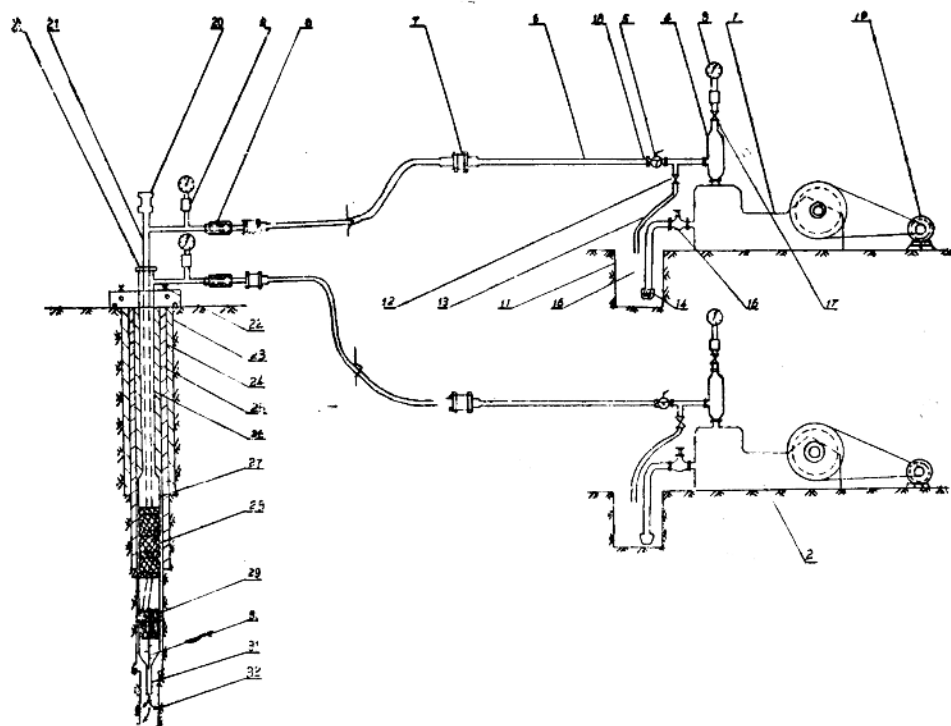


图9 双液注浆系统示意图

编号	名称	单位	数量	规格
1	水泥泵			
2	水玻璃泵			
3	压力表	个	4	60~100公斤/厘米 ²
4	空气室			
5	三通閘門	个	2	3~4吋
6	輸漿胶管			3~4吋
7	胶管接头			
8	孔口接头		2	3~4吋
9	緩冲器		4	
10	加盘处			
11	浆池			2.5米 ³
12	高压閘門	个	2	2吋60~120公斤/厘米 ²

编号	名 称	单位	数量	规 格
13	回浆管			
14	龙 头			
15	吸 浆 管			4 吋
16	水 門	个	2	6 吋
17	閘 門	个		4 吋
18	法兰盘		15	2 吋、4 吋、6 吋
19	电 机	台	2	36 瓩
20	接 头	个		
21	钻 杆			50 毫米
22	铁道压卡器		4	
23	套 管			Φ168 毫米
24	套 管			Φ146 毫米
25	套 管			Φ127 毫米
26	注浆外管			Φ 89 毫米
27	混合器外管			Φ108 毫米
28	止浆塞	个		Φ110 毫米
29	C·S液混合室			
30	混合叶			
31	射浆管			Φ 73 毫米
32	孔 径			Φ108 毫米

3. 止浆塞的使用:

橡胶止浆塞是用于钻孔注浆的良好止浆工具, 在孔内它靠机械压力产生横向变形与孔壁挤紧, 将钻孔分为上下两段, 保证分段注浆的正常进行。止浆塞有直径110毫米和直径130毫米两种, 承受压力40—50公斤/厘米², 每个胶塞压缩35~40毫米可以在直径146毫米和直径127毫米套管和岩层内止浆, 使用时一般是5~6个为一组同时使用。套管内止浆效果很好, 在岩层中使用应放在垂直裂隙不发育的完整岩石中, 否则容易出现串浆事故。在套管内一组止浆塞可连续使用几次。

注浆管路安装完毕, 在注浆前要压缩止浆塞, 使它处于工作状态。这就是先将直径89毫米套管固定在孔口, 用钻机的慢速, 缓慢上提钻杆, 上提高度依胶塞个数而定, 当使用5—6个胶塞时, 上提高度为150毫米至200毫米。

4. 泵量的测定:

根据双液注浆浆液性能和受灌岩层岩溶裂隙的发育程度, 注浆过程中压力流量的控制, 要求泵量可以调节控制。因此, 必须预先测定每个注浆泵的泵量。我们采用的方法是在泵的进口处安设一个闸板阀门, 改变进浆口过水断面的大小就是限制泵缸套内单位时间的浆液进入量利用闸板阀螺丝杆的升降高度来调节。测出每分钟为50升、100升、150

升、200升、250升、300升、350升等泵量的螺丝杆高度经过多次反复试验,熟练掌握。这种方法的缺点是当进浆量小于100升/分时,常出现单缸上水,缸套磨损较大需常换缸套和胶皮圈。

5. 管路系统的耐压试验:

管路耐压试验的目的是检查注浆泵、胶皮管、胶皮管接头、混合室等设备的承压程度、有无漏水现象、能否满足注浆最高压力的要求,保证注浆工作正常进行。耐压试验的方法是把注浆泵进浆阀门、回浆阀门胶皮管、胶皮管接头、孔口混合室、压力表等设备串连起来,在混合室下口接一个调整压力的阀门。试压开始时,先用进浆阀门确定一个泵量,泵量小比较好,特别是试验高压时,泵量愈小愈好,开泵后逐渐关闭调压阀门,压力分为10公斤/厘米²、20公斤/厘米²、30公斤/厘米²、40公斤/厘米²、45公斤/厘米²、50公斤/厘米²、55公斤/厘米²、60公斤/厘米²等几个等级,每级压力稳定10~15分钟以后,再升压进行下一级的试验。我们使用的管路系统要求安全压力为60~80公斤/厘米²。

6. 流速测定(注红水)和压水试验:

注红水和压水试验的目的:

- (1) 查明地下水在钻孔与出水点之间的受灌岩层的流动时间和路径。
- (2) 求出钻孔在受灌岩层里的单位时间吸水量。
- (3) 了解岩溶裂隙的发育程度。
- (4) 为初步确定注浆材料、浆液浓度、凝胶时间、注浆量、注浆压力提供参考数据。
- (5) 冲洗钻孔内岩粉,打通岩层裂隙,便于浆液注入。
- (6) 检查管路系统,混合室、止浆塞是否工作良好。

压水试验方法:是先开单泵压水,然后再开另一台单泵压水,检查混合室是否串水。混合室正常工作时就双泵压水,加大泵量,增大压力,观察止浆塞的止水效果,若有反水现象,再重新压缩止浆塞达到止水要求为止,压水时间依当时的水文地质条件而定。动水注浆时压水时间要短,一般5—10分钟,静水注浆时受灌层岩溶裂隙大时,压水10—15分钟,岩溶裂隙小时压水20~25分钟。

(三) 注浆方法

1. 水泥浆水玻璃双液注浆:

这种方法是水泥、水玻璃由两条管路送入混合室,再进入受灌层。它能对1毫米以上的裂隙进行灌注。正确合理的控制浆液的凝胶时间,是双液注浆的关键,因此在注浆前要通过测定地下水流速来合理的确定所灌浆液的凝胶时间。这里我们采用了向钻孔内投红色试剂在井下观测后计算从钻孔到出水点所需要的时间 t_1 ,然后确定浆液的凝结时间 t_2 。注4和注6号孔的实践证明一般 $t_2 = \frac{t_1}{3}$,注浆效果良好。

下面是双液注浆的工艺特点:

- (1) 双管泵送:由于我们是在地下水流速很快的条件下进行注浆,为了避免浆液

大量流失，就需要注入一种凝胶时间较短的浆液。水泥浆和水玻璃两种浆液混合后的凝固时间很短，把两种浆液在地面混合后用一台泵注入钻孔内就会造成堵管事故，使注浆工作无法进行。因此我们只好把水泥浆和水玻璃两种浆液分别通过两条管路泵入混合室进行混合，然后到受灌层中进行凝固。

(2) 内外管的使用：钻孔内的双管是同心排列，内管是50毫米钻杆送水泥浆，外管是直径89毫米套管送水玻璃，这样不易造成堵管事故。否则，若内管送水玻璃，一旦内管接头漏浆，水玻璃到外管中的水泥浆中来，水玻璃的量虽小，也会产生局部凝结成块，至使外管或混合室堵塞。

(3) 两台注浆泵的启动程序：为了不致因少量的水玻璃和水泥浆混合凝固成块，预防堵管事故，两台注浆泵启动时要严格遵守先开水玻璃泵，后开水泥泵的程序，时间差一般控制在10~20秒。如果注浆管路长短不同，以水玻璃较水泥浆先射出混合室10~20秒为宜。另外，水泥浆泵和水玻璃泵平时也不要交换使用，否则，也容易造成浆液在泵内凝固。

(4) 水泥浆的现场配制：在双液注浆时水玻璃是早已准备好了的材料。而水泥浆需要现场配制。水泥浆是通过两台3立方米的卧式搅拌机制造的。它是预先计算好量的，水和水泥通过两条系统进入搅拌机，即通过自来水管上水，通过人工把成袋水泥倒入44型链板运输机送到皮带转载机过筛后进入搅拌机，水泥是通过数袋计量。水是通过4吋叶轮式水表计量。当使用缓凝剂时，则通过一条专用管路由小水泵把配制好的缓凝液直接注入搅拌机。见图10。

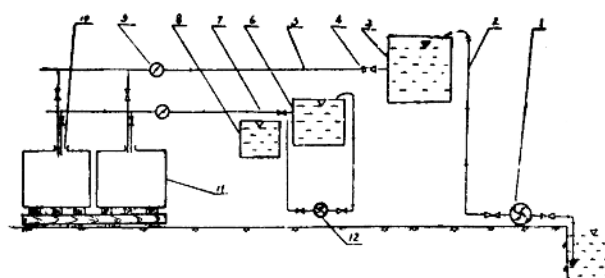


图10 注浆站供水系统示意图

编 号	名 称	编 号	名 称
1	供水泵	7	水管
2	水管	8	缓凝剂加水池
3	储水池	9	配量水表
4	閘門	10	进水口
5	水管	11	搅拌机
6	儲緩凝剂池	12	緩凝剂泵

水泥浆配制的过程：在搅拌机内加入一定量的水和缓凝液后，就开动搅拌机再加入水泥，加完后继续搅拌1~2分钟，水泥浆就制造完毕。这时就可打开放浆阀门，放入二次搅拌池，进入二次搅拌池中可以边搅拌边使用。在搅拌水泥浆时必须注意下列几点：

- ①先上水，后上水泥。
- ②开搅拌机后再上水泥。
- ③在水泥浆未放完以前不准停止搅拌。
- ④二次搅拌不得随便停止。

(5) 计量工作：改变水泥浆，水玻璃的配合比可以控制浆液的凝胶时间。在注浆过程中必须严格控制水泥浆，水玻璃的泵量，控制方法见平面图中的进浆阀门22。表示泵量的数值可用两条自制的计量标尺。他是在水玻璃池和水泥浆二次搅拌池内各设一个浮子，通过系绳和滑轮导至计量标尺，标尺的刻度数字是根据水玻璃池和二次搅拌池的容积预先算好的。注浆时可通过浮子系绳在标尺上的上下移动，直接读出两个泵的进浆量。一般一分钟记录一次读数。这种方法的缺点：

- ①精度低。
- ②往二次搅拌池放浆或放水玻璃时都不能记量。
- ③泵量指示不及时。

用上海光华仪表厂生产的LD型电磁流量计记录比较精确，它可随时读数。

(6) 双液注浆：经压水后确认泵、管路、止浆塞等一切正常无误，可使用预定的压力和进浆量开始注浆，注入一定量的浆液后可视单位时间耗浆量和压力的变化情况，调整浆液浓度和水泥浆、水玻璃的单位消耗比，同时不断调整压力，以保证浆液在裂隙中扩散到预定距离后凝固。

(7) 注浆收尾工作：

- ①当注浆压力和注浆量达到设计要求（一般是压力达到40公斤/厘米²，注浆量小于100公升/分），应对两条管路系统压入一定数量的清水，压水量应保证浆液冲出管路。
- ②提出、拆卸占孔内注浆管路，把止浆塞、混合室等拆卸清洗后重新组装起来。
- ③清洗注浆泵：水玻璃泵用清水冲洗，把阀门开到最大，大水量冲洗即可。水泥泵用清水冲洗后，把泵体高低阀和缸套拆卸开，再用水清洗，然后组装；在冬季施工时泵的过水部分全部拆开清洗之后放好，待下次注浆前再组装，以防止过水部分结冰。
- ④搅拌机内用清水冲洗，放浆阀门拆开后用清水冲洗后重新组装。
- ⑤整理注浆记录。

2. 事故处理和预防：

(1) 跑浆的处理：在注浆过程中浆液流失过远，超出预定的扩散范围，造成浆液浪费。注浆压力和岩溶裂隙的大小直接影响浆液流散范围，在动水条件下注浆，跑浆现象严重，必须采取以下措施：

- ①改变浆液浓度，水泥浆浓度由稀变稠，逐渐升级。
- ②缩短浆液的凝胶时间。一是从浆液本身配比着手，二是改变水泥和水玻璃的体积

比。

③减少泵量、降低注浆压力，增加浆液在岩溶裂隙中的停留时间。

④由连续注浆，变为间歇注浆。

⑤注骨料充填过水通道，缩小过水断面，增加浆液流动阻力。

(2) 管路堵塞的预防：用孔口混合室，孔内止浆时，在注浆过程中有时造成钻杆堵塞。预防的措施是：

①注浆前对上料设备、搅拌机、泵和管路进行试运转。

②供料和搅拌系统保证连续供浆。

③泵量控制准确，按一定比例灌注，水玻璃泵量不能过小，专人负责，熟练掌握调节泵量。

④注浆过程中，当水玻璃泵进量很小时，水泥泵立即调小泵量，修好水玻璃泵，再转入正常注浆。发现注浆压力有急剧升高趋势时，应马上用水泥浆泵压水，冲洗钻杆，结束注浆。

⑤浆液注入量和注浆压力达到设计要求时，应停水玻璃泵，用水泥浆泵压入一定量的清水，冲洗钻杆，结束注浆。

(3) 注浆管堵塞的处理：注浆时两台泵泵量控制不准确，水泥浆和水玻璃未按一定比例灌注，浆液凝胶时间大大缩短，有时混合室失灵，压力突然升高，造成直径50反方扣钻杆堵塞。这时如果清水也压不进去，应结束注浆，迅速提出孔内钻杆，一节一节卸开，用高压水泵通过直径0.6吋的特制尖头铁管压水冲洗干净。

3. 纯水泥单液注浆：

在静水条件或出水点的涌水基本堵住，水流速度变小之后，为加固断层带和五层灰岩，对注8、注9号孔进行了单液注浆。它能提高浆液结石强度，又能扩大加固范围。

4. 注浆过程中的几个问题：

(1) 注浆压力：一般情况下压力尽量低，有效压力不应超过20公斤/厘米²。因为断层带及其两侧岩层破碎，压力过高容易破坏煤层底板岩石，对堵水工作不利，同时压力过高也会使浆液从岩溶裂隙中压出，出现跑浆现象。但是在裂隙不太发育的完整岩石中注浆，压力允许超过30公斤/厘米²，因为在不超过20公斤/厘米²的压力下，浆液不易注入岩层，或注入量很小，达不到注浆要求。同时在单液注浆时压力超过30公斤/厘米²，还能使浆液产生机械脱水，加快凝固，增加强度。另外在正常注浆过程中也会因为注浆通道阻力加大压力，突然升到30公斤/厘米²以上，眼看就有堵管的危险，在这种情况下要沉着熟练地调节进浆阀门，一般情况压力在30公斤/厘米²左右可以用减量的方法调节压力。如果减量也不能调节压力，甚至压力继续升高到40公斤/厘米²—60公斤/厘米²时（见图11），这就要迅速往孔内压清水，降低泵压，冲洗管路。